



RAPPORT DE MISSION DE PROSPECTION A MADAGASCAR ET A LA REUNION

du 19 septembre au 2 octobre 2008



Paulo Salgado

CIRAD

Département Environnements et Sociétés

Unité de Recherche Systèmes d'Elevage et Produits Animaux

Novembre 2008

AUTEUR : SALGADO P.
Agronome – Zootechnicien

ACCES AU DOCUMENT :
- Au service de documentation du
CIRAD à Baillarguet et à Madagascar

ORGANISME AUTEUR : CIRAD,
Département ES, UPR SEPA

**ACCES A LA REFERENCE
DU DOCUMENT :**
Libre

ETUDE FINANCEE PAR : Direction de la Recherche et de la Stratégie du CIRAD et
UPR SEPA

REFERENCE : Ordre de mission ES 18 2008 18106

AU PROFIT DE : CIRAD Madagascar et UPR SEPA

TITRE : Rapport de mission de prospection à Madagascar et à La Réunion (du 19
septembre au 2 octobre)

TYPE D'APPROCHE : Prospection, valorisation et encadrement

DATE ET LIEU DE PUBLICATION : Novembre 2008, Montpellier

PAYS OU REGION CONCERNEES : Madagascar et La Réunion

MOTS CLES : semis direct sous couverture végétale permanente, élevage

RESUME :

La mission avait pour objets l'évaluation du potentiel d'intégration de l'élevage aux systèmes SCV et de cerner la faisabilité d'un projet de recherche sur l'intégration agriculture élevage.

Les systèmes SCV qui ont fait déjà la preuve de leur capacité à réduire la dégradation des sols et à améliorer progressivement les productivités agricoles privilégient actuellement une meilleure intégration avec l'élevage. Cette approche est soutenue par plusieurs structures d'encadrement et de recherche.

Cependant, la réussite de cette intégration demande l'adaptation d'itinéraires techniques pour l'utilisation raisonnée de la ressource fourragère et pour le rationnement animal de façon à optimiser le maintien de la couverture végétal et la productivité animale. Les rencontres avec les opérateurs confirment le rôle structurant donné à l'animal au niveau de l'exploitation agricole et du terroir, où l'élevage apparaît actuellement comme un moteur de l'adoption des systèmes SCV.

Les institutions impliquées dans la recherche et le développement des techniques agro écologiques accueillent très favorablement la proposition du CIRAD de positionner localement un chercheur sur la thématique d'intégration agriculture élevage.

SOMMAIRE

I. Introduction	5
II. Région de Vakinankaratra	7
III. Systèmes de Semis direct sous Couverture Végétale permanente (SCV)	
1. Historique	9
2. Principes généraux	10
3. Opérateurs R&D et vulgarisation	12
4. Résultats scientifiques et techniques	18
5. Adoption, diffusion et approche terroir	22
IV. Intégration agriculture élevage	
1. Systèmes d'élevage et d'alimentation	25
2. Intérêt et potentialités	26
3. Démarche méthodologique	27
4. Précautions à prendre	28
V. Approche partenarial et perspectives de collaboration	30
VI. Conclusions de la mission à Madagascar	32
VII. Mission à La Réunion (appui au doctorant)	33
VIII. Annexes	36

Sigles et abréviations utilisés

ADTAEM :	Projet d'appui à la diffusion des techniques agro écologiques à Madagascar
AFD :	Agence Française de Développement
ANAE :	Association Nationale d'Actions Environnementales
ES :	Département Environnements et Sociétés du CIRAD
BM :	Banque Mondiale
BRL Mad :	Bas Rhône Languedoc Madagascar
BV Lac :	Projet Bassins Versants Lac Alaotra
BV-PI SEHP :	Projet Bassins Versants et Périmètre Irriguées Sud-est et Hauts Plateaux
CIRAD :	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (France)
DAIVIE :	Dairy Vietnam Model
FAFIALA :	Centre d'expérimentation et de diffusion pour la gestion paysanne des Tanety (collines)
FERT :	Association Formation pour l'Epanouissement et le Renouveau de la Terre
FFEM :	Fonds Français pour l'Environnement Mondial
FIFAMANOR :	Centre de recherche et de développement rural en agriculture et en élevage
FOFIFA :	Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural
FSP :	Fond de Solidarité Prioritaire
GAMS :	General Algebraic Modeling System
GRET :	Groupe de Recherches et d'Echanges Technologiques
GSDM :	Groupement Semis Direct Madagascar
MAEP :	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
NORAD :	Norwegian Agency for Development Cooperation
ONG :	Organisation Non Gouvernementale
PAE :	Projet d'appui à la diffusion des techniques agro écologiques à Madagascar
PRN :	Pie Rouge Norvégienne
SCRiD :	Systèmes de Culture et Rizicultures Durables (URP)
SCV :	Semis direct sur Couverture Végétale permanente
SD Mad :	Semis Direct de Madagascar
TAFA :	ONG Terre et Développement
TIAVO :	Tahiry Ifamonjena Amin'ny Vola (micro finance)
URP :	Unité de Recherche en Partenariat
VERAMA :	Verges d'Anacardes de Masiloka
VSF-CICDA :	Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières

I. Introduction

Les objectifs de cette mission de prospection à Madagascar étaient :

(1) de prendre connaissance des travaux en cours sur les systèmes de Semis direct sur Couverture Végétale permanente (SCV), notamment ceux menés par les équipes du CIRAD et ses partenaires ;

(2) d'évaluer le potentiel de développement de l'intégration agriculture élevage, en particulier sur la valorisation des biomasses des systèmes SCV pour l'alimentation des ruminants ;

(3) de faire une première approche partenarial pour mieux cerner la faisabilité d'un projet de recherche sur l'intégration agriculture élevage ainsi que de mon affectation à Madagascar à court/moyen terme.

Les premiers jours de cette mission ont coïncidé avec la fin (réunions de restitution) d'une autre mission exploratoire effectuée par des collègues du CIRAD (P. Lecomte, E. Tillard et G. Duteurtre). Leur mission multidisciplinaire portait sur la valorisation des biomasses de couverture et sur l'intégration agriculture élevage (financement conjoint BRL Mad et CIRAD).

Cette « simultanéité » des deux missions du CIRAD a eu comme conséquence pratique une disponibilité moindre de certains partenaires de pouvoir m'accompagner les jours suivants pour visiter les exploitations. Sur un total de 8 jours de mission à Madagascar, seulement 1,5 jours ont été consacrés aux visites de terrain ; la majorité du temps de mission a été passé en réunion dans les bureaux des partenaires. Les visites de terrain ont été essentiellement faites sur les sites expérimentaux de SCRiD, FIFAMANOR et de TAFA, consacrés aux essais sur les systèmes SCV. Ainsi, il n'a pas été possible d'effectuer un diagnostic du fonctionnement des exploitations ni des systèmes d'élevage pratiqués dans la région visitée (Vakinankaratra). Les informations qui seront présentées dans ce rapport de mission sont essentiellement issues des discussions avec les collègues du CIRAD et leurs partenaires et de plusieurs documents de synthèse et rapports disponibles sur les activités SCV menées à Madagascar par chaque opérateur. Pour la partie concernant les systèmes d'élevage et l'intégration avec l'agriculture (section IV), j'ai pris en compte le diagnostic réalisé par mes collègues lors de la mission exploratoire.

Etant donnée que la thématique des systèmes SCV est nouvelle pour moi, et que il est indispensable de bien connaître son potentiel pour pouvoir ensuite proposer des systèmes d'intégration avec l'élevage adaptés, j'ai décidé de faire dans le présent rapport une brève synthèse bibliographique sur l'intérêt et les potentialités des ces systèmes et aussi les contraintes et les difficultés rencontrées pour leur diffusion.

Les objectifs de la deuxième partie de la mission, à l'île de la Réunion, étaient :

(1) d'encadrer un doctorant malgache dans la conceptualisation et la structuration d'un modèle (GAMS) qui portera sur les interactions biophysiques entre les systèmes SCV et l'élevage ;

(2) de présenter le modèle bioéconomique sur l'adoption d'innovations fourragères au Vietnam (DAIVIE) développé récemment à Wageningen (cf. rapport de mission ES 18 2008 1860).

Je tiens à remercier les représentants des diverses institutions et projets que j'ai eu l'opportunité de visiter pendant le déroulement de la mission et tout particulièrement Roger Michellon pour l'organisation des visites et des rencontres avec les partenaires malgaches du CIRAD. Je remercie également la Direction de la Recherche et de la Stratégie du CIRAD pour l'appui financier qui a permis la réalisation de cette mission de prospection à Madagascar.

II. Région de Vakinankaratra

La région de Vakinankaratra est une des 22 régions de Madagascar, avec une superficie de 16 600 km² et une population d'environ 1 600 000 d'habitants¹. La capitale de la région est Antsirabé, deuxième plus grande ville de Madagascar, située à 1 500 m d'altitude dans une cuvette entourée de volcans et à 170 km au sud de la capitale du Pays (Antananarivo).

La population est essentiellement rurale et sa densité varie en fonction de l'altitude, de la proximité du réseau routier et de la fertilité du sol. Certaines zones sont parfois très peuplées en raison de l'importance des surfaces en rizières. Cependant, due à la croissance rapide de la population, la surface disponible a été divisée en de plus petites unités, ayant comme conséquence un manque croissant de terre. La surface moyenne des exploitations est comprise entre 1,0 et 1,5 ha, avec un tiers de rizières et le reste composé de cultures sur collines. Les rizières à mauvaise maîtrise de l'eau représentent environ la moitié des surfaces des bas-fonds. Due à la saturation des surfaces des rizières, la conquête des terrains en colline constitue à présent la stratégie des paysans dans cette région du Pays. Les techniques de culture traditionnelle avec labour conduisent à une érosion intense, à une baisse de la fertilité des sols et causent des dégâts sur les infrastructures en aval (ensablement des rizières et des systèmes d'irrigation). Les techniques SCV ouvrent de nouvelles perspectives pour lutter contre l'érosion des sols et proposent une agriculture rentable, durable et protectrice de l'environnement.

La région de Vakinankaratra dispose d'excellentes conditions climatiques pour la production agricole. Le climat de type tropical d'altitude humide est caractérisé par deux saisons distinctes : (1) pluvieuse et chaude d'octobre à mars ; (2) sèche et fraîche d'avril à septembre, avec des précipitations occultes (rosée, brouillards). La pluviométrie varie de 1 200 à 2 000 mm, en fonction de l'altitude (1 200 à 2 400 m) et du versant du massif d'Ankaratra.

La production agricole la plus importante concerne le riz, cultivée principalement dans les zones irriguées (bas-fonds), mais également comme culture de colline. Les paysans emploient systématiquement leur meilleure terre pour la production de riz et la terre restante est employée pour d'autres cultures. Les productions vivrières cultivées sont très diversifiées (maïs, haricot, pomme de terre, riz pluvial, arachide, manioc, patate douce, taro, etc.) et complétées par des cultures maraîchères (tomate, carotte, ail, oignon, petit pois, haricot vert, chou, etc.), des céréales (blé, orge) et d'arbres fruitiers (pommier, prunier, pêcher, manguier, oranger, vigne, etc.). Les paysans qui s'orientent pour l'élevage bovin (essentiellement lait) utilisent une partie de leurs surfaces pour la production de plantes fourragères. Pendant la saison sèche il est possible de cultiver dans la rizière lorsque le drainage existe, ainsi que sur les collines en employant les infrastructures d'irrigation disponibles dans certaines parties de la région. Les faibles températures observées durant la saison fraîche (inférieures à 15°C pour les mois les plus froids) provoquent une diminution (voir un arrêt) de la croissance des graminées tropicales

¹ Estimation de l'année 2004

(C4) et favorisent une adoption générale des plantes fourragères tempérées (C3). Les cultures de contre saison valorisent la main-d'œuvre existante et permettent une plus grande diversification des cultures. Nous assistons dans cette région à une transition progressive de l'économie de subsistance à l'économie de marché.

La production laitière, qui assure un revenu plus régulier aux éleveurs, connaît un développement important dans la région de Vakinankaratra. L'accroissement de la demande au niveau des villes, le dynamisme des transformateurs artisanaux et industriels, la disponibilité en animaux de races performantes ont largement contribué à ce développement. Organisée le long des grands axes routiers, l'activité laitière est fortement atomisée sur de petites exploitations familiales qui pratiquent la polyculture et l'élevage. Au total il y a environ 10 000 familles qui possèdent des vaches laitières dans la région de Vakinankaratra (sur un total de 200 000 familles paysannes). Chaque famille a en moyenne 2 à 3 vaches laitières issues du croisements entre les zébus et les vaches de race Pie Rouge Norvégienne (PRN). Les éleveurs qui concentrent leur activité sur la production laitière obtiennent une production quotidienne entre 10 à 20 litres par vache. La production laitière régionale en 2007 a été estimée à environ 35 millions de litres (données FIFAMANOR). Cependant, il reste toujours un grand potentiel pour améliorer les rendements de la production laitière. Face à un cheptel au potentiel amélioré, un des principaux facteurs limitants au cœur de cette dynamique de développement rural forte, concerne la disponibilité en ressources fourragères tant en quantité qu'en qualité et tout particulièrement pendant la longue période sèche qui peut couvrir 6 mois. La production laitière reste donc une activité exigeante techniquement et financièrement. Par exemple, la production de fourrage exige un minimum de surface disponible et les coûts de production sont élevés en raison des prix des intrants (graines, engrais, irrigation). Il existe actuellement un programme pour favoriser la production laitière à Madagascar dans le cadre d'un projet de support au développement rural financé par la banque mondiale. Plus de 1 000 vaches laitières de race Holstein ont déjà été importées depuis la Nouvelle Zélande, mais le programme prévoit d'importer un total de 20 000 vaches Holstein.

Dans la région de Vakinankaratra la laiterie de TIKO, fondée par l'actuel président de Madagascar (M. Marc Ravalomanana), donne à la région une position exceptionnelle en ce qui concerne le développement de la production laitière dans le pays. La laiterie de TIKO est l'acheteur principal du lait (70 à 80% de la production local), reçoit entre 35 000 et 50 000 litres de lait par jour des producteurs locaux et produit du lait UHT, du yaourt, des glaces et du fromage. Cependant, la production locale n'est pas suffisante pour l'approvisionnement exigé par la laiterie et du lait en poudre importé est normalement utilisé dans la fabrication de certains produits (yaourt, glaces). En plus de la laiterie de TIKO, il existe environ 100 petites unités de traitement du lait dans la région produisant notamment du yaourt et du fromage. D'après les discussions avec certains intervenants dans la filière laitière, la situation actuelle dans la région est relativement difficile du aux prix élevés en intrants (aliments concentrés, engrais, etc.) et au faible prix de vente du lait. Dans certains cas, le coût de production du lait est supérieur au prix de vente. Les récentes augmentations très significatives du prix du lait en poudre dans le marché international auront probablement des conséquences importantes pour le développement de la production locale de lait.

III. Systèmes de Semis direct sous Couverture Végétale permanente (SCV)

L'agro-écologie² représente une alternative durable aux pratiques agricoles peu respectueuses des ressources naturelles de la planète. A ce titre, les techniques SCV ouvrent de nouvelles perspectives pour lutter contre l'érosion et maintenir ou augmenter la fertilité des sols en protégeant la terre et l'eau. Depuis la fin des années 1990, Madagascar a été le terrain de l'adaptation à la petite agriculture familiale des itinéraires de culture en SCV. En quelques années, et avec des moyens financiers limités, une très large gamme de systèmes basés sur les techniques SCV a été mise au point, pour les diverses zones agro écologiques et pour tous les types d'exploitation. La large capacité d'adaptation de ces systèmes à divers environnements (types de sols, végétation en place, etc.) les rend accessibles aux différentes catégories d'agriculteurs (niveau d'intensification, disponibilité de main-d'œuvre, niveaux de technicité, etc.). Les itinéraires techniques ont progressivement été testés avec les agriculteurs, permettant de faire face aux diverses contraintes des agricultures familiales et d'apporter des solutions pratiques pour une agriculture durable. Les techniques SCV offrent diverses solutions pour la mise en valeur des espaces vides (peu fertiles) et la protection des bassins versants. Madagascar est actuellement le pays le plus avancé en ce qui concerne l'offre technologique diversifiée en matière de SCV pour la petite agriculture familiale.

1. Historique

A Madagascar, comme dans le reste du monde, la technique SCV est très récente. Les premiers essais d'adaptation et de mise au point de ces techniques datent du début des années 1990 pour les Hautes Terres (région de Vakinankaratra) et de la fin des années 1990 pour certaines zones agro écologiques comme le Sud-est, le Sud-ouest et le Lac Alaotra. La diffusion des techniques a été d'abord spontanée, autour des sites de référence, mais restait limitée, en absence de système d'appui conseil et de l'aide à l'approvisionnement en intrants. La formation des agents de vulgarisation à ces techniques n'était pas encore suffisante. Les financements des bailleurs de fond étaient ponctuels et ne permettant pas l'encadrement et le suivi nécessaires à la diffusion de ces techniques.

Les projets initiés à partir de 2003 (BV Lac Alaotra, BV-PI SEHP, Agro écologie) ont donné des moyens, tant financiers que humains, pour une large diffusion des SCV dans les années à venir. Plusieurs millions d'euros ont été engagés sur la période de 2003 – 2008 pour un élargissement des compétences en nombre d'opérateurs, en cadres formés et dans la diffusion des systèmes SCV. A présent, cinq zones agro écologiques sont prises en compte par les différents opérateurs pour la mise en place et la diffusion des systèmes SCV : (1) Hautes terres (Vakinankaratra ; climat tropical d'altitude) ; (2) Sud-ouest (Tulear ; climat semi-aride) ; (3) Sud-ouest (Morondava) ; (4) Lac Alaotra et moyen ouest (climat tropical

² Discipline scientifique qui a pour objet l'étude des aspects agronomiques, socio-économiques et écologiques liés à la production agricole ainsi que la résolution de problématiques environnementales

de moyenne altitude avec une longue saison sèche) ; (5) Sud-est (Manakara ; climat tropical humide).

2. Principes généraux

Dans les systèmes de culture basés sur les principes du SCV le sol n'est jamais labouré, une couverture morte ou vivante est maintenue en permanence sur le sol et des successions ou rotations culturales sont associées avec des plantes de couverture. Les plantes de couverture sont sélectionnées en fonction d'une ou plusieurs caractéristiques : importante production de biomasse pour la couverture et/ou pour l'alimentation animal, bonne résistance à la sécheresse, croissance rapide, bonne fixation de l'azote, bonne capacité de contrôle des herbes envahissantes, absence de compétition avec les cultures principales, capacité d'amélioration de la structure d'un sol compacté, etc.

La durée de la saison des pluies et le niveau de pluviométrie déterminent l'application de l'un ou de l'autre type de système SCV : (1) couverture morte permanente avec des plantes à forte production de biomasse ; (2) couverture vivante permanente avec des plantes fourragères ; (3) système mixte où la culture commerciale est suivie d'une plante de couverture et à une culture fourragère pour l'intersaison.

Les plantes utilisées pour la couverture ont généralement des systèmes racinaires puissants et profonds et peuvent recycler les éléments nutritifs et les ressources hydriques disponibles dans les horizons profonds vers la surface, où ils peuvent être utilisés par les cultures principales. Elles sont ainsi utilisées comme « pompes biologiques » et produisent également une importante quantité de biomasse. Elles peuvent se développer en conditions difficiles ou marginales, comme durant les saisons sèches ou froides, sur des sols compactés, et sous une forte pression des adventices. La couverture peut être desséchée ou gardée vivante mais contrôlée par une application à faible dose d'herbicides spécifiques. La biomasse n'est pas enfouie dans le sol mais est conservée en surface protégeant le sol de l'agression des pluies et nourrissant les microorganismes qui vont fonctionner comme un réacteur biologique. Les semis sont réalisés directement dans la paille, après ouverture d'un simple trou ou d'un sillon.

Sur le plan agronomique, les systèmes SCV permettent de :

(1) protéger les sols contre l'érosion, d'augmenter l'infiltration de l'eau et de réduire l'évaporation. La quasi-suppression de l'érosion contribue au maintien de la fertilité des sols et la limitation des ruissellements met plus d'eau à la disposition des cultures ;

(2) réduire les variations de température du sol (effet tampon) et de créer un environnement favorable au développement de l'activité biologique. Les activités enzymatiques de la microflore du sol jouent un rôle important dans les processus de décomposition des résidus organiques, les cycles biogéochimiques et la formation de l'humus. Les activités de la macrofaune (et mésofaune) participent à l'augmentation

de la porosité et à l'amélioration de la structure du sol (en surface et en profondeur) ;

(3) contrôler des adventices et certains bio-agresseurs. Les SCV font intervenir des effets d'ombrage, de régulation de température / humidité du sol, gain de matière organique, d'allélopathie, ou des effets indirects via les auxiliaires naturels (phytophages ou phytopathogènes). Les rotations culturales permettent également de rompre le cycle des pathologies et des adventices ;

(4) augmenter le taux de matière organique du sol et la mise à disposition des éléments nutritifs aux plantes (nitrates, bases, phosphore). La matière organique joue un rôle fondamental sur les caractéristiques physico-chimiques du sol. L'augmentation de la teneur en matière organique du sol sous système SCV devrait se traduire, suite à l'accroissement de la teneur en éléments minéraux du sol, par une réduction de la fertilisation à apporter ;

(5) recycler les éléments nutritifs et les ressources hydriques disponibles dans les horizons profonds. Ceci augmente l'efficacité de l'utilisation de l'eau et des nutriments et donc la productivité des cultures vivrières.

Sur le plan environnemental, les systèmes SCV permettent de :

(1) réduire l'érosion des sols, la déforestation et la consommation d'eau pour la production agricole ;

(2) diminuer l'utilisation d'engrais et de pesticides (et donc la pollution chimique) ;

(3) diminuer les risques d'inondation du a une meilleure infiltration des flux d'eau ;

(4) augmenter la séquestration du carbone et de réduire l'effet de serre ;

(5) augmenter la biodiversité faunique et floristique (diversification des cultures) du sol.

Sur le plan social et économique, les systèmes SCV permettent de :

(1) réduire les temps de travaux et leur pénibilité ;

(2) augmenter l'efficacité des intrants (engrais, pesticides) ;

(3) utiliser un matériel de travail très réduit (peu de mécanisation) ;

(4) augmenter les revenus agricoles. Les revenus augmentent au fil des années de pratique des SCV car le niveaux de production augmente (amélioration de la fertilité des sols), la production peut se diversifier (y compris l'élevage) et les charges diminuent (travail, herbicides, engrais, etc.). Les principaux intérêts des systèmes SCV pour les paysans (avant la préservation des ressources naturelles) sont leur revenu économique, la réduction de la pénibilité du travail, la réduction des risques liés au climat et leur intégration possible avec les systèmes d'élevage.

3. Opérateurs R&D et vulgarisation

A Madagascar, il existe actuellement un nombre considérable d'acteurs ou opérateurs nationaux ou internationaux (Instituts et Centres R&D, Associations, ONGs, Projets, etc.) qui mettent en place des actions en matière de recherche, de développement et de vulgarisation autour des techniques SCV. Pendant ma mission, j'ai eu l'opportunité de discuter avec certains opérateurs (GSDM, BRL Mad, SCRiD, FIFAMANOR, TAFA, VSF-CICDA) qui travaillent dans la région de Vakinankaratra. Je présente ci-dessous une synthèse sur l'origine, la problématique et les objectifs de chaque opérateur visité et dans le chapitre suivant les principaux résultats obtenus.

3.1 Groupement Semis Direct Madagascar (GSDM)

Le Groupement Semis Direct de Madagascar a été créé en 2000 avec l'objectif de regrouper les différents organismes qui travaillent sur le semis direct à Madagascar et d'assurer la coordination technique des différentes actions mises en place sur les systèmes SCV. Les membres actuels du GSDM sont : l'ANAE, le FOFIFA, le FAFIALA, le FIFAMANOR, TAFA, BRL Mad, SD Mad, VERAMA, Inter Aide, le GRET et CARE International Madagascar.

A l'origine de sa création, il avait le constat que la dynamique de diffusion des techniques d'agro écologie ne parvenait pas à suivre la demande paysanne par manque d'opérateurs compétents pour démultiplier la vulgarisation sur le terrain. Ainsi, un projet d'appui à la diffusion des techniques agro écologiques à Madagascar (ADTAEM) a été mis en place et financé par l'AFD, le FFEM, le MAEP et le CIRAD (2004 – 2009). Les objectifs du projet sont : (1) d'organiser les diffuseurs des techniques SCV autour d'un réseau structuré orienté vers la formation des paysans à l'utilisation de ces nouveaux outils agricoles ; (2) d'organiser les agriculteurs autour d'une nouvelle manière de mettre en valeur les terroirs agricoles ; (3) d'améliorer la production et la productivité agricole et donc de lutter contre la pauvreté rurale ; (4) de lutter contre la déforestation, l'érosion et la dégradation de la fertilité des sols. Par ailleurs, le GSDM est impliqué dans les différentes études pour des grands projets nationaux : Bassins Versants Périmètres Irrigués (BM et AFD), Projet Lutte Anti-Erosive (PLAE II ; KfW).

3.2 Compagnie Bas Rhône Languedoc Madagascar (BRL Mad)

Originellement impliquée dans les programmes d'infrastructures hydrauliques, la BRL Mad participe depuis la fin des années 1990 à des projets de diffusion des systèmes SCV, dans une approche englobante des bassins versants. Dans la région de Vakinankaratra BRL Mad est impliquée (maîtrise d'œuvre) dans le projet Bassins Versants et Périmètres Irrigués du Sud-est et des Hauts Plateaux (BV-PI SEHP ; 2007 - 2011), financé par la Banque Mondiale. BRL Mad participe également à la diffusion des techniques SCV auprès des paysans dans le cadre d'un projet de mise en valeur et protection des bassins versants du Lac Alaotra (BV Lac ; 2003-2008), financé par l'AFD, dont la maîtrise d'œuvre est déléguée au CIRAD. Plusieurs opérateurs collaborent avec les projets pour la mise en place des différentes activités, des suivis et appuis de terrain (SD Mad, GSDM, SCRiD, TAFA, VSF-CICDA, FIFAMANOR, FOFIFA FERT, TIAVO, etc.). Ces projets visent à protéger les bassins versants des

phénomènes d'érosion et à restaurer la fertilité des sols des collines par la diffusion des techniques agro écologiques.

Le projet BV-PI SEHP est localisé sur quatre régions agro écologiques du Sud-est et des Hauts Plateaux sur un total de 40 communes. Le nombre total d'exploitations agricoles appuyés par le projet est d'environ 2 700 avec une surface total d'environ 1 500 ha. L'objectif général du projet BV-PI SEHP est l'augmentation durable des revenus des agriculteurs dans les bassins versants et les périmètres irrigués tout en préservant l'environnement. Ceci passe par une augmentation de la production agricole des exploitations (cultures vivrières et élevage), par la préservation de l'environnement et par sécurisation du fonctionnement des aménagements hydro agricoles (systèmes SCV et agro foresterie). Le projet s'intéresse aussi au renforcement des capacités des producteurs et de leurs organisations, leurs permettant de prendre en charge leur développement ainsi qu'au renforcement des capacités des structures décentralisées.

3.3 Unité de Recherche en Partenariat sur les Systèmes de Cultures et Rizicultures Durables (URP SCRiD)

L'URP SCRiD a été créée fin 2001 (sous forme d'un Pôle de Compétence en Partenariat), et associe le FOFIFA, l'Université d'Antananarivo et le CIRAD. Le FOFIFA, Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural, conduit des recherches thématiques sur les systèmes SCV au sein de SCRiD. L'objectif général de l'URP est d'assurer l'accompagnement agronomique et économique (recherche finalisée) du développement de la riziculture pluviale sur les collines et la mise au point de systèmes de culture durables accessibles aux petits agriculteurs, intégrant le riz pluvial, et conduits en SCV, et leur appropriation réussie par les petits agriculteurs.

Malgré la faible représentation de la riziculture pluviale à Madagascar en terme de superficies rizicoles (environ 10%) et de production (moins de 10%), elle représente un enjeu important du développement durable lié aux graves conséquences de l'érosion accéléré des collines. Les systèmes SCV disponibles ouvrent de nouvelles perspectives de durabilité à la riziculture pluviale. Une adaptation des itinéraires techniques et des variétés est néanmoins nécessaire pour valoriser de façon optimale, en termes de rendements du riz, les conditions offertes par les systèmes SCV.

Les enjeux de recherche de SCRiD concernent l'éclaircissement des mécanismes biologiques et physico-chimiques sous-tendant les performances des systèmes à base de SCV et de riz pluvial, et l'identification des contraintes et facteurs socio-économiques et institutionnels favorables à l'adoption de ces systèmes par les éleveurs. Même si une large gamme de systèmes SCV est déjà disponible à la diffusion, il convient d'affiner encore les solutions techniques proposées en prenant en compte davantage de facteurs, notamment socio-économiques et de différenciation des types d'agriculteurs. Le défi majeur de développement auquel SCRiD se propose de répondre porte sur l'augmentation durable de la production rizicole, par l'amélioration de la productivité et de la durabilité technique et socio-

économique des systèmes pluviaux qui contribuent à la sécurité alimentaire des populations.

Pour le financement de ses actions, SCRiD s'appuie sur deux projets franco-malgaches, le Projet Appui institutionnel à la recherche agronomique et environnementale (SCAC-FORMA) du FSP et le Projet d'appui à la diffusion des techniques agro écologiques à Madagascar (PAE) de l'AFD.

3.4. Centre de recherche et de développement rural en agriculture et en élevage (FIFAMANOR)

Le centre de FIFAMANOR a été établi en 1972 à la suite d'un accord bilatéral entre les gouvernements malgaches et norvégiens, en vue de développer la région de Vakinankaratra en favorisant les cultures de blé, de triticales et de pomme de terre aussi bien que la production laitière. Ayant initialement un statut de projet, il devient en 1992 un établissement public à caractère industriel et commercial (Epic) avec une autonomie financière et administrative. Le centre dispose d'environ 500 ha de terres cultivées réparties sur deux stations (Armor et Mimosa) et une station de montagne. Le domaine opérationnel principal de FIFAMANOR est la région de Vakinankaratra, mais le centre fonctionne également dans la zone du « triangle laitier » (régions Bongolava, Analamanga et Amoron'i Mania et Haute Matsiatra) de Madagascar.

Le centre est structuré en cinq départements techniques (recherche, production animale, vulgarisation, production de graines et construction de routes), un département administratif et financier et un département de suivi et d'évaluation. Dans le département de recherche il y a cinq sections : plantes à tubercules, blé, cultures fourragères, laboratoire de fourrages et laboratoire du lait. Le département de production animale est responsable pour le fonctionnement d'une ferme de vaches laitières (race Pied Rouge Norvégienne ; PRN) et des stations d'insémination. Le département de vulgarisation se compose de trois sections : agriculture, production animale et développement social. Le département de production de graines est responsable de la production et de la vente des graines certifiées.

Le développement de la filière lait dans la région de Vakinankaratra et dans les autres régions constitue un des objectifs majeurs de FIFAMANOR. Ainsi, l'objectif principal de la ferme de vaches laitières de FIFAMANOR est de produire des taureaux PRN pour être vulgarisés au niveau des paysans, étant la production laitière le deuxième objectif du troupeau. En outre, le département de recherche utilise les vaches fistulées dans des essais d'alimentation sur différents types d'espèces de fourrage. Actuellement, la ferme compte environ 350 animaux laitiers (PRN) dont 140 vaches adultes, 100 génisses, 75 taurillons et des veaux. La production laitière moyenne journalière est d'environ 20 litres / vache, soit une production de 5 000 à 6 000 litres par lactation (440 jours). La production laitière annuelle de la ferme s'élève à environ 650 000 litres. Le département de production animale vise la mise en place d'un programme d'amélioration génétique du troupeau bovin, et d'un programme sur l'alimentation animale en vue d'augmenter la production laitière.

Le département de recherches dirige un laboratoire de fourrages qui donne des conseils aux éleveurs basés sur les ressources fourragères et alimentaires. Selon les premiers constats, la qualité des fourrages pour la grande majorité des éleveurs

n'est pas suffisante pour profiter pleinement le potentiel génétique des animaux. Les essais fourragers actuellement en cours à FIFAMANOR portent sur : (1) les tests d'associations de *Brachiaria* hybride (cv. Mulato) avec l'arachide pérenne (*Arachis pinto*) et le *Desmodium* silverleaf (*Desmodium uncinatum*) en vue d'améliorer la productivité et la qualité nutritionnelle du fourrage ; (2) la sélection de variétés de *Brachiaria* plus productives (hybride vs *ruziziensis*) ; (3) les effets des densités de semis pour l'association avoine/vesce commune, l'association ray-grass italien/trèfle violet et avoine/petit pois en vue de déterminer les doses optimales permettant d'obtenir un meilleur compromis entre la production fourragère et sa qualité nutritive ainsi que l'arrière effet éventuel sur la production de riz ; (4) des essais variétaux d'avoine afin de suivre en milieu réel le comportement des variétés d'avoine résistantes à la rouille noire. Le département de recherche contribue également à la diffusion des techniques agro écologiques et dispose d'un important réseau de vulgarisateurs dans la région de Vakinankaratra.

Les activités de vulgarisation de FIFAMANOR se sont concentrées sur le développement de la production de lait, de plantes à tubercules et de céréales. La section agricole travaille également à favoriser l'agriculture de conservation en collaboration avec le GSDM. Une particularité de FIFAMANOR est que la recherche et la vulgarisation sont logées dans une même structure. La principale avantage de disposer de ce type d'organisation est que les résultats de la recherche peuvent être valorisés directement par les paysans et les vulgarisateurs peuvent donner le retour (feedback) aux chercheurs sur quel type de recherche agricole est prioritaire pour les paysans. Actuellement, il y a environ 5 000 bénéficiaires directs du travail de FIFAMANOR, mais il devrait être possible d'augmenter sensiblement le nombre d'éleveurs encadrés par les services de vulgarisation du centre. Le centre dispose aussi d'une structure d'enseignement, l'école de Tombotsoa, qui propose des formations sur les techniques agricoles.

Le centre FIFAMANOR a été financé à 50% par l'agence norvégienne de développement et de coopération (NORAD) et par une contribution financière du gouvernement de Madagascar. Le centre a également reçu le financement d'un projet de support au développement rural de la banque mondiale pour le support de la production laitière et développement de la culture de taro. Le gouvernement norvégien a renouvelé en 2007 son appui financier à FIFAMANOR. Le projet aura une durée 5 ans (2007-2011) et permettra au centre de poursuivre ses activités en matière de recherche sur les plantes à tubercules, notamment la pomme de terre, sur le blé, sur l'élevage laitier et les cultures fourragères. Les activités seront également centrées sur la diffusion de techniques culturales visant la protection du sol (systèmes SCV).

3.5 ONG Terre et Développement (TAny sy Fampandrosoana ; TAFA)

Créé en 1994, l'ONG TAFA est à l'origine de la mise au point des techniques SCV à Madagascar. Ses activités consistent à la création des systèmes de culture en semis direct, la formation et l'appui à la diffusion des systèmes adaptés aux contraintes et demandes des paysans et enfin à la multiplication de semences de base en approvisionnant les paysans en matériel végétal. TAFA n'a pas une vocation pour la diffusion des techniques SCV mais principalement la recherche appliquée.

TAFA conduit des essais dans les grandes zones agro écologiques de Madagascar (Hautes Terres, Moyen Ouest, Lac Alaotra, Sud-est et Sud-ouest), sur différents types de sols, et a développé une impressionnante gamme de systèmes SCV dans des sites de référence. Dans une première étape, le niveau de la parcelle a été privilégié pour permettre de maîtriser, à cette échelle, une offre technologique la plus ample et diversifiée possible. Il s'agit de systèmes SCV pouvant intégrer les activités de production vivrière et d'élevage, des niveaux d'intensification très différenciés et adaptables individuellement à la situation de chaque paysan. TAFA mobilise actuellement sa compétence au niveau des terroirs (cf. section 5). Les visites aux sites de références permettent une sensibilisation des paysans et l'organisation d'actions de formation. TAFA joue un rôle central de formation (théorique et pratique) aux techniques agro écologiques. Actuellement, l'appui aux opérateurs de diffusion et les actions de formation sont privilégiés par rapport à la mise au point des systèmes dans les sites de références. Des milliers d'ingénieurs, de techniciens, de paysans ainsi que des décideurs bénéficient de la formation sur le semis direct.

Les activités de l'ONG TAFA dans le cadre du projet « Appui à la diffusion des techniques agro écologiques à Madagascar », en partenariat avec le GSDM, sont : (1) pérenniser tous les sites de référence installés dans les cinq régions d'intervention ; (2) démarrer des actions sur la gestion des terroirs à des échelles significatives au Lac Alaotra, au Sud-est, au Moyen Ouest et sur les hauts plateaux ; (3) multiplier le matériel végétal nécessaire pour les sites et terroirs encadrés ainsi que répondre à la demande des partenaires de diffusion ; (4) poursuivre les activités de formation pour les partenaires de diffusion et assurer un conseil permanent ; (5) élaborer un tableau détaillant les systèmes de culture en semis direct à vulgariser dans tous les milieux présents dans chaque écologie avec la création d'un manuel de semis direct. TAFA participe également dans le cadre du projet BV-PI SEHP, en partenariat avec BRL Mad, pour la mise au point des itinéraires techniques en rizières à mauvaise maîtrise de l'eau, la sélection de variétés de riz adaptées à l'altitude et plus tolérantes aux maladies et la gestion d'un nouveau terroir en sol volcanique très densément peuplé (Betafo).

3.6 Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières (VSF- CICDA)

ONG française impliquée dans la diffusion des systèmes SCV au Lac Alaotra, dans le Sud-est (Manakara et Vohipeno) et Sud-ouest (Tuléar). Les principaux objectifs de l'action de VSF-CICDA à Madagascar tournent autour de l'agro écologie, de l'intégration agriculture élevage et de la santé animale. L'intervention de VSF-CICDA à Madagascar vise à : (1) renforcer une diversification d'activités agricoles pour permettre de consolider la sécurité alimentaire et d'assurer une augmentation du revenu de l'exploitation ; (2) réduire les pratiques agressives défriche brûlis sur le long terme, en diffusant de nouvelles techniques SCV ; (3) mettre en place de réseaux d'auxiliaires communautaires de santé animale ; (4) renforcer la structuration du monde rural pour amener progressivement les paysans vers l'autonomisation à la fois technique et organisationnelle.

VSF-CICDA est l'opérateur retenu pour la réalisation d'un volet de gestion des ressources agro-pastorales au Lac Alaotra et d'un volet de santé animale, dans le

cadre du projet de mise en valeur et protection des bassins versants du Lac Alaotra (BV Lac ; maîtrise d'œuvre CIRAD). Les ressources naturelles des bassins versants sont menacées par l'érosion, due essentiellement à l'exploitation abusive des collines pour l'agriculture, la production de charbon et par des pratiques pastorales entrant de plus en plus en concurrence avec l'exploitation en cultures. L'objectif général du projet est de préserver l'environnement tout en améliorant les revenus des bénéficiaires par l'amélioration des pratiques culturales et des pratiques d'élevage (santé, habitat et alimentation notamment). Ceci passe par une amélioration de l'accès aux services de santé animale de qualité et de proximité et par l'amélioration de la gestion concertée par les éleveurs des ressources pastorales et naturelles de leur terroir, et une meilleure intégration agriculture élevage. Dans le cadre de ce projet, VSF-CICDA travaille sur la problématique liée à une compétition accrue entre l'agriculture et l'élevage. La priorité accordée à l'agriculture a entraîné le retrait des troupeaux de bovins des espaces de pâturage et la gestion des ressources spontanées ne suffit pas à couvrir les besoins des animaux de trait. Cette sous-alimentation entraîne une réduction de la quantité de travail fournie et une augmentation de la mortalité par épuisement. Dans ce contexte, un des principaux objectifs du projet est la mise en oeuvre d'un plan de gestion des ressources agropastorales.

3.7 Autres opérateurs

D'autres opérateurs importants en matière de recherche, de développement et de vulgarisation sur les techniques SCV n'ont pas été visités pendant cette mission par faute de temps et par des questions de logistique. Il s'agit notamment du :

- *Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural (FOFIFA)* – Le centre dispose d'un mandat pour toute la recherche agronomique au niveau national. Ses activités de recherche sont centrées sur 5 programmes (lait, viande des ruminants, viande des monogastriques, pathologie parasitaire, pathologie infectieuse). Dans le domaine de la zootechnie, les activités de recherches sont menées directement sur le terrain avec la collaboration effective des agriculteurs pour diagnostiquer les contraintes techniques des petites exploitations paysannes.
- *Semis Direct de Madagascar (SD Mad)* – société très impliquée dans la diffusion des systèmes SCV au Lac Alaotra, dans le Sud-est, le Sud-ouest et sur les Hautes Terres. Il est très connu dans la gestion des rizières à mauvaise maîtrise de l'eau, le drainage des bas-fonds dans le Sud-est et la mise en place de fronts pionniers. SD Mad est le principal producteur de semences de cultures vivrières et de plantes de couverture.
- *Centre d'expérimentation et de diffusion pour la gestion paysanne des Tanety (FAFIALA)* – Le centre a sa zone d'action sur les Hautes Terres et dans d'autres régions de Madagascar. Le centre forme les paysans et techniciens et conduit des actions de développement sur les collines, basées sur l'agro foresterie, l'agro écologie et la protection de l'environnement. En matière de systèmes SCV, FAFIALA s'est engagé dans la diffusion dans le Moyen Ouest avec une forte adhésion des paysans sur les systèmes de colline à base de *Stylosanthes*.

- *Association Nationale d'Actions Environnementales (ANAE)* – ONG oeuvrant dans le domaine de l'environnement (reboisement, agro écologie), de la conservation et de l'amélioration de la fertilité des sols par des actions de sensibilisation, de formation et de développement rural. En matière de diffusion des systèmes SCV, l'ANAE est impliquée au Lac Alaotra dans le cadre du projet BV Lac et dans le Bongolava dans le cadre de contrat d'opérateur avec le GSDM.
- *Formation pour l'Epanouissement et le Renouveau de la Terre (FERT)* – Association créée en 1981 par la volonté de responsables d'organisations professionnelles céréalières françaises et de diverses personnalités préoccupées par les problèmes agro-alimentaires des pays en développement. A Madagascar depuis 1985, FERT centre son action sur l'économie agricole et les exploitations de type familial et accompagne un certain nombre d'organisations professionnelles agricoles en agissant au niveau de quatre champs d'action prioritaires, le financement de l'agriculture pour favoriser l'équipement, l'intensification et l'accès au crédit, l'organisation commerciale des producteurs et des filières, la formation technique des agriculteurs et la sécurisation foncière.
- *VERgers d'Anacardes de MASiloka (VERAMA)* – mise en place d'essais de différentes plantes de couverture pour régénérer ses sols.
- *Inter Aide Manakara* – impliqué dans la diffusion des SCV en petit paysannat.
- *Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques (GRET)* – mise au point de systèmes SCV dans les zones semi-arides avec une forte érosion éolienne.
- *CARE International* – introduit les techniques SCV et la gestion des rizières à mauvaise maîtrise de l'eau.

4. Résultats scientifiques et techniques

Les résultats scientifiques et techniques de l'ensemble des opérateurs à Madagascar autour des systèmes SCV sont considérables ce qui témoigne la forte dynamique de l'agro écologie et permet une vulgarisation très large des techniques dans plusieurs régions de l'île. Je présente ci-dessous une liste non exhaustive des résultats les plus marquants obtenus par chaque opérateur visité.

Les principaux résultats du projet BV-PI SEHP (BRL Mad) concernent l'augmentation des rendements en riziculture par la diffusion de techniques adaptés à chaque terrain (système de riziculture intensifiée / améliorée, rizières à mauvaise maîtrise de l'eau, systèmes en bas-fonds drainés, riz pluvial). Les rendements des cultures vivrières pluviales (céréales, tubercules, etc.) sur colline ont augmenté grâce à l'utilisation de techniques d'agro écologie avec plantes de couverture (*Brachiaria*, *Stylosanthes*, Avoine). L'utilisation de la fertilisation organique a été améliorée (écobuage) et les productions en contre saison ont été développées (blé, orge, pomme de terre, avoine, ray grass ; haricot, petit pois, niébé, vesce). Le projet a contribué à une augmentation des surfaces pour la riziculture en bas-fonds drainés (557 ha), en petits périmètres irrigués (5 196 ha) et en culture sur colline (729 ha). Environ 2 500 exploitations agricoles ont bénéficié des préfinancements pour leurs

années agricoles. L'accès aux intrants agricoles s'est amélioré par un rapprochement entre les agriculteurs et les fournisseurs d'intrants.

Dans la zone du Lac Alaotra (projet BV Lac), les actions de BRL Mad ont réussi un important rythme d'adoption et de pénétration des techniques SCV. Les systèmes SCV en colline associant céréales (riz pluvial, maïs) à des légumineuses (niébé, dolique) sont ceux qu'intéressent le plus les paysans. En contre saison les systèmes de maraîchage (pomme de terre, tomate et oignon) sous couverture et l'utilisation de légumineuses continuent à s'étendre. L'utilisation des variétés de riz poly aptitudes (SEBOTA) est un acquis, notamment pour les systèmes de riziculture à mauvaise maîtrise de l'eau. La production fourragère s'est accrue en partie avec le développement des légumineuses de couverture. Les éleveurs sont intéressés par une meilleure gestion des ressources fourragères qui dépendent des modes d'utilisation des ressources pastorales et de la maîtrise de la pratique des feux.

La liste des résultats scientifiques et techniques acquis par l'URP SCRiD depuis sa création est très vaste. Ils ont permis de mieux caractériser l'interaction entre les différents systèmes SCV et les populations des bio agresseurs sur le riz pluvial : un grand nombre d'espèces de l'entomofaune a été identifié avec indication de leur statut probable en termes d'écologie fonctionnelle ; mise en évidence d'effets différenciés de différents systèmes de culture sur les bioagresseurs ; les systèmes SCV réduisent l'impact du *Striga* sur les céréales notamment en favorisant l'action d'antagonistes comme les chenilles *Junonia* sp. et *Fusarium oxysporum*. Les résultats d'évaluation de la transformation du milieu biophysique selon différents modes de gestion des sols ont permis d'identifier la densité apparente du sol comme étant un bon indicateur de la capacité des systèmes à maintenir des conditions physiques ad hoc ; en systèmes de labour, le manque de matière organique ainsi que la déstructuration du sol limite la biomasse et les activités microbiennes ; les systèmes SCV ont beaucoup plus de diversité et de densité de macrofaune par rapport au labour ; le vers de terre est le premier indicateur biologique identifié parmi la macrofaune pour les modes de gestion des sols étudiés. En ce qui concerne le bilan hydrique, SCRiD a mesuré une érosion jusqu'à huit fois moindre sous SCV (sur résidus de *Brachiaria*) par rapport au témoin paysan labouré ; l'effet positif du labour en début de cycle sur l'infiltration de l'eau disparaît en quelques semaines sous l'action des pluies.

SCRiD a obtenu beaucoup de résultats intéressants sur l'optimisation de la riziculture pluviale en SCV : identification de nouvelles espèces adaptées aux conditions d'altitude ; caractérisation moléculaire et de la pathogénicité de certaines populations de bio agresseurs (*Pyricularia* sp.) et sélection de gènes de résistance contre la pyriculariose. Des résultats qui permettent d'optimiser la nutrition minérale du riz pluvial sous système SCV : l'utilisation de l'indice de nutrition azotée chez le riz pluvial afin d'évaluer la satisfaction des besoins en azote de la culture ; le système SCV améliore le statut organique du sol par rapport au labour, et porte son stock en azote minéral notamment dans les horizons de surface ; le système SCV même récent, limite les pertes d'azote minéral par percolation et la dégradation des résidus est plus progressive qu'en labour.

SCRiD a également acquis des résultats intéressants sur l'identification des contraintes à l'adoption des systèmes SCV, notamment celles liées à l'environnement de l'exploitation, à son organisation interne et aux techniques proposées (cf. section 5). Enfin, les résultats portent aussi sur la valorisation de la riziculture pluviale (sécurité alimentaire, qualité organoleptique, valeur nutritive, préférence des consommateurs, etc.) et la régulation des marchés et de l'ensemble de la filière.

Le département de recherche de FIFAMANOR a mis en place beaucoup de travaux pour améliorer la production de fourrages dans la région de Vakinankaratra. Plusieurs espèces de fourrage ont été identifiées pour la saison des pluies, la saison intermédiaire et la saison sèche. Ces nouvelles variétés donnent des rendements considérablement plus élevés par rapport aux anciennes variétés. Actuellement, le faible prix du lait et le coût élevé des aliments concentrés, orientent les recherches de FIFAMANOR pour les techniques de production fourragère à prix réduit. Puisque les prix des engrais sont aussi élevés, une emphase particulière devrait être donnée à l'identification d'espèces de légumineuse fixatrices d'azote. Des systèmes fourragers avec minimum d'intrants sont utilisés grâce au *Stylosanthes guianensis*. Cette espèce a été sélectionnée et diffusée il y a environ 40 ans pour l'amélioration des pâturages naturels. Elle présente un bon comportement en saison sèche (réserve fourragère) et s'adapte sur les sols pauvres. La variété CIAT 184 est résistante à la maladie d'anthracnose.

L'ONG TAFA a réussi à perfectionner les systèmes SCV initialement proposés et en étendre la gamme dans toutes les zones agro écologiques couvertes. Il s'agit notamment de permettre aux éleveurs une entrée plus rapide dans le système SCV, l'augmentation de la production de biomasse en saison sèche ou froide et la possibilité d'utiliser des systèmes sans intrants. TAFA est actuellement en période de changement d'échelle pour développer une approche « terroir » (villageois) pour la diffusion des systèmes SCV (cf. section 5).

En terme de production agricole, TAFA a entrepris des recherches qui permettent de confirmer les effets d'amélioration dans la productivité des cultures vivrières par les techniques agro écologiques. Par exemple, la productivité du maïs conduit en semis direct sur résidus est très supérieure à celle obtenue après labour avec fumier seul (0,4 t/ha vs 1,7 t/ha en SCV). Le renouvellement de l'écobuage dans les associations avec légumineuses a un effet spectaculaire et permet un grain de rendement de plus de 1 t/ha de grain. En ce qui concerne le soja, les productions obtenues en semis direct sur résidus de maïs apparaissent quatre fois plus élevées qu'après labour (0,7 t/ha vs 0,2 t/ha avec une fumure organique seule). Le riz pluvial présente une productivité intéressante en système SCV (2,7 t/ha en semis direct sur résidus vs 1,3 t/ha après labour avec apport de fumier seul).

Il s'est avéré que l'installation du semis direct était aisément réalisable en quelques années, même sur des sols pauvres, avec des productions satisfaisantes. Même après une décennie de labour, la récupération du sol dégradé peut se faire progressivement, comme le montrent les résultats obtenus sur haricot en première et en deuxième année de semis direct sur résidus d'avoine (deux cycles successifs

d'avoine). Certains systèmes SCV à base de riz pluvial sur couvertures vives sont praticables sur sols ferrallitiques très pauvres en association avec *Cassia rotundifolia* ou *Stylosanthes guianensis*. Sur les sols ferrallitiques pauvres, les résultats économiques sont nettement supérieurs en SCV par rapport au labour quelle que soit la culture et la mode de gestion du sol.

Dans la région des Hautes Terres, TAFA a observé une diminution de la pression parasitaire des ravageurs qui s'est confirmée dans le Moyen Ouest pour les dégâts de vers blancs : *Heteroconus paradoxus*. Selon les espèces du parasite, la couverture végétale constituerait une source de nourriture pour les adultes, ou ses racines apparaissent comme un leurre pour leurs larves (cas d'*Hoplochelus marginalis*). Dans le cas du *Striga asiatica*, l'infestation et la virulence du parasite sont associées à la faible fertilité du sol due à sa surexploitation par les labours qui dégradent sa matière organique, à l'érosion et au lessivage des éléments minéraux, etc. Les courtes périodes de sécheresse et les températures élevées, fréquentes en sol nu, sont de plus très favorables à sa germination. Les plantes de maïs ou de riz pluvial sont très fortement infestées par ce parasite à fleur rouge vif caractéristique, et restent chétives en sol nu sur le témoin labouré. L'installation de systèmes SCV permet dès la première année, de faire disparaître quasi complètement les plantes de *Striga asiatica* parasites sur maïs et riz pluvial, et d'obtenir des rendements acceptables sur terrain infesté (2 à 2,5 t/ha de maïs vs moins de 1 t/ha pour le témoin en sol nu, 3 t/ha de paddy vs 1,5 t/ha en culture pure).

Les interventions de VSF-CICDA ont été réalisées selon une démarche plus intégrée à l'échelle des terroirs villageois. Les principaux résultats de VSF-CICDA concernent la mise en œuvre des techniques d'aménagement agro écologique sur six terroirs de référence. Il s'agit notamment de l'organisation d'actions de formation spécifiques sur les systèmes SCV et sur la conduite d'élevage aux paysans, la formalisation de groupements semis direct, l'encadrement technique de paysans et l'installation de plantes de couverture. Le projet a permis à plus de 500 paysans d'adopter des techniques agro écologiques permettant l'augmentation du disponible vivrier et fourrager. Les cultures de contre saison constituent des activités génératrices de revenu permettant aux paysans d'affronter la saison suivante. Depuis 2005, VSF-CICDA a mis en place environ 50 ha de pâturage de *Brachiaria* sp. et implanté environ 10 ha de pâturage de *Stylosanthes* dans différentes zones de concentration. A ces surfaces s'ajoutent les surfaces d'avoines et de vesces implantées lors des contre saisons. Au début de l'année 2008, VSF-CICDA a mis en place des parcelles de collection de plantes fourragères dans deux régions. Les parcelles ont été implantées avec différentes espèces de *Brachiaria* sp., de *Pennisetum* sp., de *Cajanus* sp., de *Desmodium* sp., de Vetivers, de Banagrass et de *Stylosanthes* sp. Des mesures de production de biomasse seront effectuées pour identifier les pratiques de gestion les plus adaptées. Plusieurs propositions (installation des *Brachiaris* et *Stylosanthes*, fertilisation des parcelles, fourrages de contre-saison, techniques de conservation de fourrage, etc.) pour la production et la gestion des fourrages ont été discutées avec les éleveurs de façon à résoudre le déficit fourrager de l'exploitation.

Dans un premier temps, le travail réalisé par VSF-CICDA a donc consisté à étudier les systèmes d'élevage et fourragers, puis à mettre en place une stratégie de gestion des ressources agro-pastorales. Les modes de gestion proposés ont eu pour objectif d'améliorer l'alimentation bovine et de protéger les sols des collines contre les processus érosifs. Le problème rencontré au niveau du déficit en ressources fourragères est plus qualitatif que quantitatif. Généralement, la production de biomasse est suffisante mais la valeur alimentaire des fourrages naturels disponibles est beaucoup trop faible. Ce déséquilibre est très accentué en fin de saison sèche sur les collines où la végétation est très ligneuse.

5. Adoption, diffusion et approche terroir

Les systèmes SCV connaissent un succès significatif auprès des paysans à Madagascar en raison notamment de l'accroissement des ressources alimentaires (riz pluvial et haricot) et des ressources fourragères qui sont obtenus par l'utilisation de ces systèmes de culture. Actuellement, la très forte pression foncière et l'augmentation des besoins alimentaires ont conduit les paysans à orienter leur mode de gestion des sols en système SCV de façon à produire plus d'aliments et de biomasse dans la même parcelle. D'après les rapports de synthèse et les commentaires des opérateurs, la diminution des temps de travaux, grâce à la suppression du labour en système SCV, n'apparaît pas comme l'une des motivations principales des agriculteurs pour adopter les SCV. Les paysans apprécient la souplesse dans les opérations culturales mais cherchent surtout à intensifier leurs productions sur leur petite exploitation. L'évolution des surfaces en SCV et du nombre de paysans encadrés à Madagascar³ pour la période 2001/2007 sont présentés ci-dessous (données GSDM) :

	Campagnes agricoles					
	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007
Surfaces en SCV (ha)	5	49	348	1 187	2 996	3 411
Paysans encadrés	29	359	1 134	3 201	4 850	4 885

Dans les trois dernières campagnes tant le nombre de paysans adoptant les systèmes SCV que les surfaces traitées ont fortement progressé. En 2006/2007, la majorité des surfaces en SCV a été fait dans la zone du Lac Alaotra (41%) et dans le Sud-est (25%). L'essentiel des systèmes SCV ont été mis en place sur les terrains en colline (46%) et sur des surfaces en rizières à mauvaise maîtrise de l'eau (25%) et les principaux opérateurs concernés ont été SD Mad (42%) et BRL Mad (16%). Parallèlement, la plupart des paysans encadrés étaient localisés au Lac Alaotra (38%) et dans le Sud-est (34%) par les opérateurs de SD Mad (31%), BRL Mad (29%) et VSF-CICDA (17%).

³ Tous types de systèmes SCV, tous opérateurs et toutes zones agro écologiques

Cette évolution très significative dans la diffusion des techniques SCV est le résultat d'une intégration recherche et développement performante, d'une large gamme de systèmes SCV adaptables aux diverses conditions agro écologiques et catégories d'agriculteurs ainsi que du soutien important apporté par les projets d'aménagement et de développement locaux.

Cependant, l'adoption des systèmes SCV par les paysans demande des changements importants tant des itinéraires techniques que dans la gestion globale de l'exploitation agricole. Les systèmes SCV présentent une certaine complexité agronomique et demandent des périodes d'apprentissage et de mise au point plus ou moins longues ainsi qu'un vrai changement de mentalité. La diffusion des systèmes SCV passe donc par un effort important de formation des paysans et des techniciens agricoles. Les contenus des formations doivent prendre en considération la diversification des techniques SCV qui sont actuellement proposées et l'intégration des systèmes SCV avec l'élevage et l'agroforesterie. Au-delà des aspects techniques SCV, les formations doivent intégrer aussi les aspects organisationnels, logistiques et méthodologiques de la diffusion à large échelle.

Le processus d'adoption peut trouver également des barrières culturelles et sociales liées aux techniques d'agriculture traditionnelle (droits sur la pâture, des habitudes séculaires de labour, etc.). Il est important de ne pas sous-estimer cet aspect qui est particulièrement enraciné dans les sociétés où le labour existe traditionnellement. Les avantages socio économiques des SCV devraient amener les communautés à définir des règles collectives visant à protéger ces systèmes et à améliorer la gestion des couvertures végétales à l'échelle de la communauté. La divagation des animaux empêche notamment la mise en place et le maintien des couvertures végétales.

L'accès aux intrants (matériel végétale, engrais, etc.) est également un des problèmes clé pour assurer l'adoption des SCV. L'utilisation d'intrants est importante car elle permet de sécuriser les cultures, de réduire les temps de travaux et d'accélérer les processus de régénération des sols. Cependant, l'achat des intrants pose un vrai problème pour les paysans ayant des capacités d'investissement très faibles pendant cette phase de transition de système. L'absence de crédit est présentée par les agriculteurs comme une des contraintes majeures pour l'accès aux innovations techniques et les risques économiques du démarrage des SCV limitent l'adoption par une forte proportion des exploitations à Madagascar. La diffusion de systèmes SCV à minimum d'intrants est donc à développer dans le cas des exploitations sans capacités d'auto financement ou d'accès aux crédits.

L'insécurité foncière et les aléas climatiques sont aussi identifiées comme étant des contraintes pour l'adoption des systèmes SCV dans certaines régions de Madagascar. La sécurisation foncière donne un minimum de garanties au paysan qu'il peut utiliser la terre suffisamment longtemps pour pouvoir bénéficier de l'investissement effectué par les techniques agro écologiques. Les travaux de l'URP SCRiD ont permis d'identifier que l'environnement socioéconomique des exploitations, joue un rôle plus important que l'effort de diffusion dans l'adoption des techniques. Une augmentation durable des rendements agricoles nécessite une action de fond, tant sur les aspects éducatifs et de formation agricole qu'au niveau

des infrastructures de communication et des services de base dont devraient disposer les agriculteurs. L'offre technique n'est pas toujours le facteur limitant de l'adoption des innovations ; ce sont souvent les contraintes économiques et sociales, les contextes politiques et institutionnels qui sont déterminants dans les processus d'adoption.

L'intégration de différentes échelles d'analyse (parcelle, exploitation, terroir, région, nation) devrait contribuer à l'étude des contraintes et à trouver les conditions favorables à l'adoption généralisée des systèmes SCV à Madagascar. L'intervention en terroir devrait également faciliter le suivi technique des adoptants et la mesure des impacts tant sur le paysage qu'au niveau du revenu des exploitations. L'ensemble des opérateurs est unanime par rapport à l'intérêt de la diffusion à l'échelle terroir afin d'intégrer la gestion collective de l'espace, les circuits d'approvisionnement et de vente, les stratégies de production et l'intégration des systèmes. Il s'agit de prendre en compte non seulement les aspects techniques des systèmes SCV mais également les aspects économiques, sociaux, organisationnels, intégration agriculture élevage, environnementaux, etc. C'est aussi au niveau du terroir qu'il est nécessaire de prendre en compte les systèmes SCV dans l'intégration agriculture élevage.

L'approche terroir s'appuie sur une progression dans le temps des actions engagées (minimum 3 à 5 ans), qui permet de gagner progressivement la confiance des agriculteurs. Pour ce faire, il faut disposer d'une bonne maîtrise technique des systèmes SCV, qui seront confrontés à l'épreuve du milieu réel dans chaque éco région, comprendre le mode de fonctionnement des exploitations et donner une réponse en temps réel aux besoins des agriculteurs. Il s'agit donc de proposer un véritable conseil rapproché au niveau de l'exploitation. L'approche terroir peut s'articuler autour de trois phases principales : (1) un diagnostic initial rapide avant intervention (au plan social, le niveau d'organisation, les systèmes de culture et d'élevage et de leurs interactions, les filières) pour comprendre les interactions entre agriculture, élevage et autres activités extra agricoles, identifier les principaux facteurs limitants et proposer une gamme de techniques aptes à améliorer les productions ; (2) la mise en place de démonstrations par les agriculteurs avec appui des techniciens en présentant les intérêts, les exigences et les limites de chaque solution proposée ; (3) à partir de la deuxième année, l'intégration des systèmes SCV au niveau de l'exploitation et des terroirs en prenant en compte le choix de cultures et de systèmes en intégrant la gestion des moyens, l'optimisation de l'utilisation des parcelles en culture ou des jachères disponibles, la prévision des rotations, la gestion des risques, la production de semences, etc.

Le renforcement des capacités des cadres et techniciens à l'approche terroir est indispensable car il s'agira maintenant d'animer des associations de paysans pour l'amélioration de leurs systèmes SCV en intégrant l'agriculture et l'élevage sur les terroirs villageois.

IV. Intégration agriculture élevage

1. Systèmes d'élevage et d'alimentation

Les éléments de diagnostic des systèmes d'élevage et d'alimentation présentés dans cette section du rapport sont pour l'essentiel basés sur le rapport de DEA⁴ de Randrianasolo J. (juillet 2007) et sur le rapport de mission exploratoire multidisciplinaire à Madagascar de Lecomte P., Duteurtre G. et Tillard E. (septembre 2008).

Dans la zone des Hautes Terres l'élevage est essentiellement tourné vers la production laitière et se pratique dans de petites exploitations sur un mode semi intensif avec la stabulation des animaux pendant la nuit. Le fumier est largement utilisé pour la fertilisation des rizières et des collines. La plupart des élevages laitiers disposent d'animaux améliorés, de race Pie Rouge Norvégienne (PRN) ou issus de croisements entre PRN et le zébu malgache. Le nombre d'animaux laitiers par ferme varie de 5 à 10 têtes, dont environ 50% des animaux sont en production. Le taux de renouvellement des effectifs est élevé (31%) et l'âge moyen des animaux est faible (moins de 7 ans). La reproduction est assurée soit par saillie naturelle soit par insémination artificielle.

L'alimentation en saison des pluies est essentiellement basée sur le pâturage naturel, les graminées cultivées (*Brachiaria*, maïs, etc.) et le *Chloris*. En saison sèche, l'alimentation est principalement basée sur les résidus de culture, les graminées cultivées sur les collines comme plantes de couverture (*Brachiaria*, avoine) ou cultivées en contre saison dans les rizières (avoine, ray grass). La paille de riz est utilisée par la totalité des éleveurs, mais seulement un petit nombre d'entre eux utilise l'ensilage de maïs. Le degré d'autonomie fourragère est variable, certains éleveurs achètent environ 50% des ressources fourragères dont ils ont besoin. Les apports d'aliments concentrés sont très variables parmi les éleveurs (1 à 8 kg d'aliment / vache / jour) et l'utilisation de la drèche est très répandue (7 à 15 kg / vache / jour) en raison de la proximité de la brasserie. Le pourcentage d'aliments concentrés dans la ration varie de 10 à 50%.

Dans la zone du Moyen Ouest, le système d'élevage est traditionnellement extensif transhumant ayant pour finalité la traction animale, la capitalisation et/ou la production de fumier. Cette région est principalement constituée de grandes savanes herbeuses, parcourues par les feux de brousse, les repousses après feux sont exploitées par les troupeaux transhumants. Les éleveurs pratiquent l'embouche herbagère avec des zébus de l'âge de 6 mois à 3 ans environ. En saison des pluies, les animaux sont conduits sur les collines et les hauts de pentes sous surveillance d'un ou plusieurs berges. En saison sèche, ils pâturent en plus les résidus de récoltes des bas-fonds. Pendant la saison sèche, le pâturage naturel des plateaux a une valeur énergétique et azotée très faible et ne subvient pas aux besoins d'entretien

⁴ Titre : Caractérisation technico-économique de l'exploitation agricole familiale associant élevage laitier et cultures en semis direct sous couverture végétale permanente dans la région d'Antsirabe, Madagascar. ARR N° 20060309. Programme INTERREG IIIB Réunion, Océan Indien

des bovins, ce qui entraîne une perte pondérale pouvant aller jusqu'à 25 pour cent du poids initial.

2. Intérêt et potentialités

La plupart des plantes de couverture utilisées dans les systèmes SCV sont également d'excellents fourrages. Ainsi, qu'elles soient associées, en succession ou en rotation avec la culture principale, elles permettent d'augmenter de manière significative la production de biomasse et l'offre fourragère de l'exploitation. L'utilisation de plantes de couverture à usage bivalente permet d'augmenter l'apport en matière organique au sol et d'extraire une partie de la production de biomasse pour la nutrition animale. Les plantes de couverture les plus souvent utilisées sont le *Brachiaria* sp. et l'avoine pour les graminées, le *Stylosanthes* et la vesce pour les légumineuses et le radis fourrager. L'amélioration de la productivité fourragère par les systèmes SCV ouvre de nouvelles perspectives de diversification et d'intégration entre l'agriculture et l'élevage. Cette intégration des deux systèmes peut justement fonctionner comme moteur du développement des techniques SCV. A Madagascar, les systèmes agricoles qui associent production vivrière et fourragère se développent actuellement chez beaucoup d'éleveurs, en particulier laitiers, pour lesquels l'affouragement des animaux est essentiel.

Pour beaucoup d'éleveurs, l'alimentation fourragère des bovins constitue un problème majeur, non seulement par une qualité médiocre des fourrages qui sont disponibles en abondance en été, mais aussi par un manque crucial de fourrages en saison fraîche. Les systèmes SCV pourront être des alternatives intéressantes pour couvrir les déficits saisonniers en fourrages et pour mieux formuler la ration des animaux. L'utilisation de fourrages issus des systèmes SCV aura comme effet direct la diminution de la consommation d'aliments concentrés et donc un système à moins d'intrants. L'association manioc et *Brachiaria ruziziensis* est un exemple d'association particulièrement efficace, multipliant par 3 à 5 la production de manioc, tout en fournissant une importante quantité (5 à 12 tons MS/ha de *Brachiaria*) de fourrages de qualité. Un autre exemple concerne la mise en place d'une culture de contre saison comme l'avoine fourragère (*Avena sativa*) qui assure la production d'une quantité de biomasse très intéressante (50 à 80 t/ha de matière verte en deux coupes) en période de déficit fourrager hivernal. L'avoine peut être aussi associée à d'autres espèces fourragères (vesce, radis, etc.) qui augmentera la valeur nutritive pour les animaux. Cependant, à ce jour, peu de solutions techniques satisfaisantes sont disponibles et prêtes à être vulgarisées pour un usage optimal des biomasses SCV disponibles pour les animaux.

Outre sa fonction de capitalisation et d'augmentation des revenus, l'élevage bovin produit aussi des quantités considérables de fumier pour le maintien de la fertilité des sols. Le fumier produit dans l'exploitation peut remplacer une partie des achats d'engrais minéraux nécessaires au développement des cultures agricoles et contribuer ainsi à un système à moins d'intrants. L'intégration agriculture élevage est actuellement en phase d'observation par plusieurs opérateurs qui travaillent sur les systèmes SCV à Madagascar (GSDM, BRL Mad, VSF-CICDA, etc.).

3. Démarche méthodologique

Pour permettre de faire progresser conjointement les deux systèmes, agriculture et élevage, en intégrant les innovations agro écologiques, une étude de synthèse financée par la coopération inter régionale (INTERREG) a été mise en place entre La Réunion et Madagascar. La démarche méthodologique employée par cette étude devrait servir d'exemple et être utilisée dans d'autres régions de Madagascar où le développement de l'élevage est en cours. Il s'agit tout d'abord de réaliser un diagnostic détaillé des systèmes d'élevage par enquêtes auprès des éleveurs avec le but de connaître l'importance accordée à l'élevage dans les systèmes de production. La structure et la conduite des troupeaux, les systèmes d'alimentation et de reproduction utilisés, la prophylaxie et les soins vétérinaires apportés ainsi que les objectifs de production des paysans font partie des informations indispensables à l'analyse du système d'élevage. La typologie des systèmes d'élevage permettra alors de déterminer les besoins alimentaires (dont fourragers) des animaux et les niveaux d'intensification de la production envisagés.

Pour estimer l'offre fourragère des systèmes SCV, il faut premièrement procéder à une analyse des recommandations en matière de conditions de prélèvement fourrager qui soient compatibles avec les itinéraires techniques agricoles en SCV. Un prélèvement excessif des couvertures pour l'alimentation animale rendra difficile le maintien d'une couverture permanente du sol et limite les effets agronomiques positifs des systèmes SCV en place. Ensuite, une description des espèces et des variétés des plantes fourragères utilisées, le potentiel de production de biomasse et la répartition de la production au cours de l'année sont nécessaires pour pouvoir estimer l'offre fourragère des systèmes SCV. Il est donc nécessaire de mesurer la biomasse totale dans les grands types de SCV en fonction du niveau d'intensification et ceci dans toutes les grandes régions écologiques. Ces mesures sont fondamentales à recueillir pour évaluer rigoureusement le potentiel de production des SCV au cours du temps. Il faut également prendre en compte la valeur alimentaire des biomasses produites par les systèmes SCV car si les valeurs sont faibles elles n'apportent pas aux animaux les quantités de nutriments nécessaires pour l'entretien, la croissance et la production. La caractérisation des valeurs alimentaires sera faite en fonction des conditions de prélèvement liées au système SCV et aux modalités d'utilisation zootechnique des fourrages. L'utilisation de la technique de prédiction SPIR sera essentielle pour évaluer la valeur nutritive de grandes séries d'échantillons de fourrages issus d'un grand nombre de systèmes SCV actuellement utilisés à Madagascar.

Finalement, il faudra déterminer le bilan entre l'offre alimentaire (systèmes SCV et autres) et les besoins des animaux courant l'année pour mieux cerner les nécessités de complément alimentaire à certains moments de l'année. Il s'agira alors de formaliser des itinéraires techniques combinant les systèmes SCV et l'élevage et d'optimiser les flux entre les deux systèmes (sols – biomasse – animaux – engrais organiques – sols).

En ce qui concerne le dispositif expérimental, la mise en place de fermes de référence sera une occasion pour démontrer les potentialités de l'intégration agriculture élevage et en même temps un point de recueil de données pour les

résultats financiers et les performances des systèmes d'exploitation. Les collections fourragères gérées par TAFA et FIFAMANOR seront essentielles en tant que réservoir d'espèces de plantes susceptibles d'entrer dans les systèmes innovants de l'intégration agriculture élevage. Les matrices expérimentales de SCRiD auront aussi un intérêt particulier pour la validation des modèles de flux de biomasses et pour la mise en place de travaux sur la valorisation fourragère de la paille de riz. Dans un deuxième temps, l'approche de la modélisation permettra d'appréhender les contraintes et les limites de l'intégration « optimale » entre l'agriculture et l'élevage. Pour cela, il faudra définir une liste de critères à retenir dans chaque système (agricole et d'élevage) et appliqués dans différents domaines (environnemental, agronomique, social, économique). La construction d'un modèle supposera d'intégrer et interconnecter différents modèles biophysiques entre eux (démographie du troupeau, fonctions physiologiques de l'animal, croissance des herbacées, cycles des nutriments dans les sols, etc.) et d'intégrer les données économiques des deux systèmes.

4. Précautions à prendre

Dans la démarche d'intégration entre les systèmes agricole et d'élevage au sein d'une exploitation, l'optimisation de la gestion de la biomasse produite par les techniques SCV constitue une problématique majeure. Dans ce cas, les deux systèmes sont confrontés à la question d'une utilisation multifonctionnelle de la biomasse : alimentation animal *vs* restauration de la fertilité des sols (et retour de la matière organique). Les relations entre les deux systèmes ne doivent pas apparaître comme un frein, mais plutôt comme un moteur du développement des systèmes SCV. Pour cela, il faut réussir à contrôler l'accès libre des animaux à la biomasse produite dans les parcelles. Ceci est particulièrement important dans les régions où la divagation des bovins est une pratique courante, notamment en saison sèche. Les animaux en divagation peuvent consommer de manière excessive les plantes de couverture ce qui provoquera une destruction du revêtement permanent du sol. Les possibilités de contrôle des animaux aux parcelles doivent être explorées comme par exemple à l'aide de haies vives en bordure des terrains ou le recours à bergers.

Une autre précaution à prendre en compte par rapport à la gestion des plantes de couverture concerne leur mode d'exploitation. Certains éleveurs auront tendance à couper le fourrage très bas (au raz du sol) pour récolter le maximum de biomasse disponible pour l'affouragement des animaux. Ceci va compromettre sérieusement l'effet agro écologique des plantes de couverture en faveur de l'intérêt « élevage ». Par ailleurs, l'utilisation du système « *cut and carry* » (affouragement à l'auge) pourra également provoquer un déséquilibre des flux de nutriments entre les deux systèmes. L'absence de pâturage, et donc de restitution par les bouses et les urines des bovins, risque de conduire à terme à un épuisement complet des sols. Pour éviter que le niveau de fertilité des sols diminue (plus bas qu'avant l'installation de la plante de couverture) l'éleveur devra assurer une fertilisation (minérale ou organique) correcte des parcelles.

Pour équilibrer les besoins alimentaires des animaux, l'éleveur doit assurer une alimentation fourragère suffisante et régulière sur toute l'année. Or, due au fait que la production et l'exploitation des fourrages sont saisonnières mais que les besoins des animaux sont continus tout au long des saisons, l'affouragement journalier des animaux pose parfois quelques difficultés à l'éleveur. L'éleveur sera amené à utiliser les fourrages vert (sur pied) en période favorable et des fourrages stockés (foin, ensilage, résidus de récolte, etc.) en période de déficit. Un planning d'affouragement est donc nécessaire pour bien intégrer les activités d'agriculture et d'élevage à l'échelle d'une exploitation ou d'un terroir.

V. Approche partenarial et perspectives de collaboration

L'un des objectifs de ma mission était de faire une première approche partenarial pour mieux cerner la faisabilité d'un projet de recherche sur la thématique d'intégration agriculture élevage ainsi que mon affectation à Madagascar l'année prochaine (2009). Le sujet du positionnement partenarial a été, à plusieurs occasions, discuté en interne (Directeur Régional et collègues du CIRAD en poste) et avec certains partenaires du CIRAD mais aucune décision concrète n'a été prise. Le sujet mérite d'être plus amplement discuté avec les institutions impliquées dans la recherche et le développement agricole (y compris le MAEP) à Madagascar, notamment pour ce qui concerne les enjeux et les priorités accordées à cette thématique ainsi que les contreparties du partenariat envisagées. Les partenaires du CIRAD visités pendant la mission ont été le GSDM, BRL Mad, SCRiD, FIFAMANOR, TAFA, VSF-CICDA. A ce jour toutes les possibilités de structure d'accueil sont ouvertes et des discussions avec une liste plus large de partenaires devront être organisées prochainement par le Directeur Régional en concertation avec les directions du département Environnements et Sociétés et de l'unité de recherche Systèmes d'Élevage et Produits Animaux du CIRAD.

D'après mes premières impressions, le centre de recherche FIFAMANOR représente un excellent partenaire opérationnel pour mettre en place les activités autour de la thématique intégration agriculture élevage. Le centre dispose d'un personnel compétent en diverses disciplines agronomiques, de conditions matérielles considérables (laboratoires, équipements, etc.) et des dispositifs expérimentaux opérants. De plus, l'intégration des activités de recherche et de vulgarisation dans une même organisation facilite considérablement la diffusion des résultats.

Les perspectives de collaboration autour de la thématique agriculture élevage avec les opérateurs SCV et les collègues du CIRAD rencontrés pendant la mission sont considérables. Lors des discussions et visites de terrain, j'ai pu constater que l'animal assure de plus en plus un rôle structurant dans les systèmes d'agriculture et d'élevage. Plusieurs opérateurs des techniques agro écologiques sont intéressés par une approche plus intégrée de l'élevage dans les systèmes agricoles, notamment dans l'identification de la contribution que peut apporter l'animal à des systèmes à faibles intrants basés sur les SCV. D'importants travaux sur les cultures fourragères et leur usage bivalent ont déjà été initiés par les opérateurs. Je présente ci-dessous quelques exemples (liste non exhaustive) de thèmes de travail qui pourraient être développés dans le cadre d'un projet scientifique sur cette thématique ainsi que des perspectives de collaboration⁵ envisagées.

- *Sur la ressource (essentiellement sur les systèmes SCV)*

Mesure de la production potentielle et de la valeur nutritive des plantes de couverture pour une valorisation zootechnique.

⁵ L'appui scientifique et technique du dispositif CIRAD à La Réunion est essentiel pour les actions à mettre en place à Madagascar

Valorisation des sous produits et des résidus de culture et diffusion de systèmes de conservation de fourrages (ensilage, foin).

Collaborations possibles avec l'ensemble des opérateurs visités.

▪ *Sur l'animal :*

Diagnostic des systèmes d'élevage (bovins et espèces à cycle court) dans plusieurs régions de Madagascar afin d'identifier le fonctionnement des systèmes et leur potentiel d'intensification.

Suivi des performances zootechniques et rendements économiques de l'activité élevage.

Collaborations possibles avec FIFAMANOR, BRL Mad, VSF-CICDA.

▪ *Sur l'intégration ressource – animal*

Définition des techniques d'affourragement et d'élevage conformes aux objectifs globaux des exploitants en termes de mise en valeur du foncier, d'amélioration de la fertilité des sols et de sécurisation des productions vivrières.

Promotion de systèmes à faibles intrants par la valorisation des ressources fourragères de l'exploitation et par la gestion des ressources fertilisantes organiques.

Elaboration de référentiels et d'indicateurs techniques et économiques qui prennent en compte la préservation des couverts du sol et l'exploitation de la biomasse disponible.

Construction et validation de modèles multicritères de flux des biomasses (interactions biophysiques entre SCV et élevage) et d'optimisation économique.

Collaborations possibles avec l'ensemble des opérateurs visités.

Il serait également envisageable de donner un appui aux actions de formation à l'ensemble des opérateurs SCV sur le fonctionnement des systèmes agricole et d'élevage par une approche globale de l'exploitation.

VI. Conclusions de la mission à Madagascar

Les techniques agro écologiques utilisées depuis une quinzaine d'années à Madagascar ont fait la preuve de leur capacité à réduire la dégradation des sols et à améliorer progressivement les productivités agricoles. Grâce aux systèmes SCV, des zones érodées abandonnées ont été remises en culture, et des systèmes vivriers diversifiés et fourragers plus productifs ont été développés par les agriculteurs. Les systèmes de production en SCV privilégient de plus en plus une meilleure intégration avec l'élevage et cette approche est soutenue par plusieurs structures d'encadrement et de recherche.

La diffusion des systèmes SCV est considérée comme un élément stratégique du développement et de lutte contre la pauvreté par le Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche de Madagascar. Il est maintenant indispensable de concentrer les actions dans des zones précises où les moyens humains, techniques et financiers sont présents afin d'éviter la dispersion de messages techniques non maîtrisés. L'approche terroir pour la diffusion des techniques SCV a été adoptée par les principaux opérateurs. En matière d'information, il existe actuellement un ensemble de documents (manuels, rapports, comptes-rendus) sur la mise au point, l'évaluation et la diffusion des techniques agro écologiques à Madagascar. Cependant, peu de méthodes de recueil de données et de mesures à la parcelle (rendements en biomasse, valeur nutritive, etc.) sont disponibles et harmonisées par les opérateurs. Une base de données commune de suivi des parcelles intégrant des paramètres techniques et économiques est en cours d'élaboration.

L'introduction de nouvelles plantes fourragères (ou nouvelles variétés) adaptées aux zones agro écologiques de Madagascar reste envisageable ainsi que la multiplication des variétés intéressantes déjà identifiées pour les rendre disponibles en diffusion à large échelle.

Dans le cadre général de l'intégration des activités de culture et d'élevage, l'optimisation de la gestion de la biomasse produite dans les SCV constitue une question de recherche essentielle : identifier un optimum en terme de durabilité économique dans le choix des itinéraires techniques et l'utilisation bivalente de la biomasse de couverture. Les synergies et les échanges qui pourraient être optimisés entre ces deux activités (culture et élevage), généralement abordées en filières séparées, apparaissent comme un facteur d'amélioration important d'un développement durable et de l'intégration harmonieuse des activités agricoles sur les territoires. Ceci représente également un intérêt majeur pour l'efficacité économique de l'ensemble du système de l'exploitation et apparaît comme un incontournable dans l'adoption effective des techniques de couverts végétaux. Les systèmes SCV sont à maintenir sur le long terme et l'apport des innovations reste le moteur de leur développement.

VII. Mission à La Réunion (appui au doctorant)

La mission de trois jours à l'île de La Réunion avait comme objectif majeur l'encadrement d'un doctorant malgache, M. Jery Randrianasolo, qui réalise une thèse sur la modélisation économique des interactions entre systèmes de culture et d'élevage à l'échelle des exploitations et des territoires (Réunion et Madagascar).

Au delà des réponses aux questions techniques sur l'intégration agriculture élevage qui sont déjà documentées au travers des différents terrains, il apparaîtrait maintenant nécessaire de disposer d'outils de représentation globalisée et d'évaluation des impacts (économiques, sociaux et environnementaux) à l'échelle des exploitations et des territoires. Pour ce faire, l'élaboration de modèles bio économiques permettant de simuler le fonctionnement global d'une exploitation mixte (système SCV et élevage laitier) en modélisant l'ensemble des flux de biomasses (fourrages, animaux, lait, effluents, matières organiques, nutriments, etc.) qui circulent entre les différents compartiments (vache, sol, parcelle, stocks de fourrage, etc.) et en intégrant les contraintes de l'exploitation (foncier, main d'oeuvre, effectif animal, environnement) est envisagée.

Les questions de recherche de la thèse de M. Randrianasolo concernent la conception d'un outil fiable, capable de représenter et d'évaluer l'efficacité économique des itinéraires techniques et des pratiques mises en place dans les interactions entre les activités agricoles et l'élevage. Les hypothèses du départ sont que : (1) le renforcement du couplage entre les activités agricoles et d'élevage par la mise en place d'innovations techniques accroît plus l'efficacité globale que la résultante de la simple somme des activités dissociées ; (2) les effets induits s'inscrivent dans une dynamique qui s'accroît dans le temps ; (3) la réduction des coûts de production en utilisant davantage les fertilisants organiques (fumure ou lissier) et en diminuant des produits chimiques, en réduisant les concentrés en les substituant par les feuilles de canne ou les autres résidus de culture réduisent toutefois le rendement économique et technique de la production agricole ; (4) les pratiques plus respectueuses de l'environnement apportent en contreparties des avantages écologiques.

L'organisation du travail de thèse s'articule autour de trois grandes étapes :

(1) Modéliser l'impact économique d'itinéraires techniques innovants à l'échelle de l'exploitation dans deux situations régionales contrastées, le bassin d'Antsirabe et l'île de la Réunion.

Cette première étape reposera sur la collecte de données techniques et économiques pour caractériser et évaluer les systèmes d'élevage existants. L'action abordera ensuite la modélisation dynamique de l'impact sur l'économie et le revenu de l'exploitation type, d'alternatives techniques sur la conduite de l'alimentation des animaux basées sur un accroissement des échanges accrus entre agriculture et élevage (incorporation croissante de paille de canne dans les rations, apport de biomasse par les systèmes sous couverts végétaux, stockage et conservation des fourrages, etc.).

(2) Modéliser les impacts économiques à l'échelle de territoires.

En ayant recours aux éléments développés dans l'étape 1 et aux premiers modèles déjà ébauchés à la réunion, cette étape se centrera sur la modélisation de l'impact économique intersectoriel à l'échelle de terroirs voire à l'échelle régionale d'une valorisation accrue des biomasses.

(3) Elaboration d'outils de transferts de connaissance.

Cette étape complémentaire envisage une valorisation des acquis dans les 2 étapes précédentes par l'élaboration d'une interface logicielle des modèles élaborés afin de permettre une utilisation facilitée et conviviale par les gestionnaires des filières de production, les accompagnateurs du développement et les enseignants-chercheurs de l'Université.

Les sessions de travail avec M. Randrianasolo ont permis de faire un premier abordage sur la construction de bases de données pour le travail de modélisation, une réflexion générale sur la structuration du modèle et plusieurs discussions sur l'élevage bovin et tout particulièrement sur l'alimentation des ruminants. Le dernier jour de mission a été consacré à la présentation d'un modèle bioéconomique sur l'adoption d'innovations fourragères au Vietnam (DAIVIE) construit récemment à Wageningen (cf. rapport de mission ES 18 2008 1860).

Bibliographie consultée

- Conduite des systèmes de culture sur couverts végétaux et affouragement des vaches laitières. Guide pour les hautes terres de Madagascar. GSDM, TAFA et FIFAMANOR, 2008.
- Dossier d'évaluation de l'unité de recherche en partenariat « Systèmes de Culture & Rizicultures Durables ». URP SCRiD, décembre 2005.
- Les semis direct sur couverture végétale permanente (SCV). Une solution alternative aux systèmes de culture conventionnels dans les Pays de Sud. AFD, novembre 2006.
- Mise au point, évaluation et diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar. GSDM, octobre 2006.
- Présentation du projet BV-PI SEHP à l'issue d'une mission de supervision AFD. BRL Mad, mai 2008.
- Rapport de DEA de Jery Randrianasolo. Caractérisation technico-économique de l'exploitation agricole familiale associant élevage laitier et cultures en semis direct sous couverture végétale permanente dans la région d'Antsirabe, Madagascar. Programme INTERREG IIIB Réunion, Océan Indien, juillet 2007.
- Rapport de mission exploratoire multidisciplinaire à Madagascar : valorisation des biomasses de couverture en intégration agriculture élevage. CIRAD, septembre 2008.
- Rapport général d'exécution du projet d'appui à la diffusion des techniques agro écologiques à Madagascar. Volet dispositif d'appui technique et formation. TAFA, rapport de campagne 2005-2006.
- Rapports de mission d'appui auprès du projet BV-PI SEHP. BRL Mad, mai et octobre 2007.
- Review of Norwegian support to FIFAMANOR. Noragric report n° 30, Norwegian University of Life Sciences, décembre 2005.
- Sols tropicaux, pratiques SCV, services écosystémiques. Collectif « Sol-SCV », mai 2008.
- Stratégie du GSDM pour la mise au point, la formation et la diffusion des techniques agro écologiques à Madagascar. GSDM, juin 2007.
- Synthèse des connaissances, activités et perspectives menées par VSF-CICDA sur la gestion des ressources agropastorales des bassins versants Imamba-Ivakaka. AVSF, février 2008.

Annexe 1. Calendrier de la mission

Arrivée le vendredi 19 septembre à 21h55 à Antananarivo

Samedi 20 septembre :	Antananarivo – Antsirabé ; rencontres avec les collègues du CIRAD en poste à Madagascar
Dimanche 21 septembre :	Antsirabé ; visite touristique d'Antsirabé ; réunion avec le Directeur Régional du CIRAD et les collègues du CIRAD en mission
Lundi 22 septembre :	Antsirabé ; participation au débriefing de la mission exploratoire de P. Lecomte, E. Tillard et G. Duteurtre avec le responsable du projet BV-PI et les partenaires
Mardi 23 septembre :	Antsirabé ; visite du dispositif expérimental (matrice) de l'URP SCRiD ; réunion avec le responsable du volet production agricole du projet BV-PI SEHP
Mercredi 24 septembre :	Antsirabé ; visite du centre de recherche FIFAMANOR
Jeudi 25 septembre :	Antsirabé ; visite des dispositifs expérimentaux de l'ONG TAFA ; Antsirabé – Antananarivo
Vendredi 26 septembre :	Antananarivo ; rencontres avec les collègues du CIRAD en poste à Madagascar
Samedi 27 septembre :	Antananarivo ; débriefing avec le Directeur Régional ; rencontre avec le responsable du volet agricole de l'ONG VSF-CICDA
Dimanche 28 septembre :	Antananarivo ; visite touristique d'Antananarivo ; départ pour La Réunion (St. Denis) à 17h10
Lundi 29 septembre :	St. Denis – St. Pierre ; encadrement des travaux d'un doctorant
Mardi 30 septembre :	St. Pierre ; encadrement des travaux d'un doctorant
Mercredi 1 octobre :	St. Pierre ; présentation modèle DAIVIE aux collègues du CIRAD basés au pôle élevage ; St. Pierre – St. Denis ; départ en soirée le 1 octobre à 21h25.

Annexe 2. Personnalités rencontrées

CIRAD MADAGASCAR :

J.M. DOUZET	Agronome	URP Systèmes de culture et rizicultures durables (SCRiD)
J. DUSSERRE	Ecophysiologiste	URP Systèmes de culture et rizicultures durables (SCRiD)
F. ENJALRIC	Agro-écologiste	Directeur adjoint (GSDM)
T. GOGUEY		Directeur Régional
P. GRANDJEAN	Agronome	UMR Tetis - Projet BV Lac Alaotra
O. HUSSON	Agronome	UPR Systèmes de semis direct sous couverture végétale (GSDM)
R. MICHELLON	Agronome	UPR Systèmes de semis direct sous couverture végétale (TAFA)
K. NAUDIN	Agronome	URP Systèmes de culture et rizicultures durables (SCRiD)
M. SESTER	Phytopathologiste	URP Systèmes de culture et rizicultures durables (SCRiD)
F. STACHURSKI	Vétérinaire	UMR Contrôle des maladies

CIRAD LA REUNION :

P. LECOMTE	Agro - Zootechnicien	UPR Systèmes d'élevage
V. PORPHYRE	Vétérinaire	UPR Systèmes d'élevage
J. RANDRIANASOLO	Biochimiste	Doctorant CIRAD
E. TILLARD	Vétérinaire	UMR Elevage des Ruminants en Régions Chaudes (ERRC)
J. VAYSSIERES	Agro – Zootechnicien	UPR Systèmes d'élevage

PARTENAIRES :

E. DENIS	Directeur cellule projet (BV-PI SEHP ; BRL Mad)
B. DUPIN	Responsable projet GRAPE (VSF-CICDA)
A. R. HARIVONY	Responsable production agricole (BV-PI SEHP ; BRL Mad)
N. MOUSSA	Responsable essais fourragers (TAFA)
V. RAHETLAH	Chef de Section Plantes Fourragères (FIFAMANOR)
J. RAKOTONIRAINY	Chef du Département Diffusion (FIFAMANOR)
J. R. RAKOTOVAO	Chef de Section Multiplication (FIFAMANOR)
L. RAKOTOVAZAHA	Responsable essais fourragers (TAFA)
V. RAMALANJAONA	Directeur par intérim ; Responsable Cellule Système d'Information et Marketing (FIFAMANOR)
H. RASAMIZAFIMANANTSOA	Directeur du FIFAMANOR
S. RAVELOMANANTSOA	Chef de Section Céréales (FIFAMANOR)
L. RAZAFIMPAMOA	Responsable Laboratoire de Nutrition Animale (FIFAMANOR)
L. RAZAKAMANANA	Responsable Vente et Marketing (FIFAMANOR)
M. T. RAZANDRAVAO	Chef de Département Administratif et Financier (FIFAMANOR)
A. TOLOTARIVONY	Responsable Approvisionnement et Passation de marché (FIFAMANOR)